

540563

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

24 JUN 2005

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年7月15日 (15.07.2004)

PCT

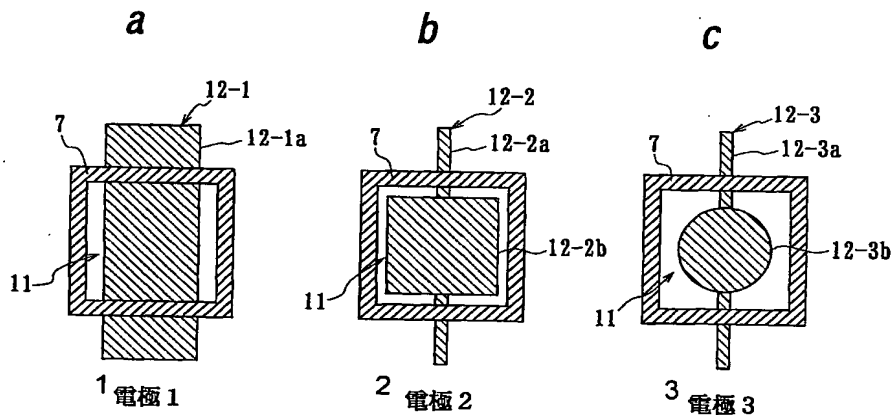
(10) 国際公開番号
WO 2004/059379 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G02F 1/167
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/016359
(22) 国際出願日: 2003年12月19日 (19.12.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願 2002-371995 2002年12月24日 (24.12.2002) JP
特願 2002-372005 2002年12月24日 (24.12.2002) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ブリヂストン (BRIDGESTONE CORPORATION)
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小林 太一 (KOBAYASHI, Taichi) [JP/JP]; 〒187-8531 東京都小平市小川東町 3-1-1 株式会社ブリヂストン 技術センター内 Tokyo (JP). 安西 弘行 (ANZAI, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒187-8531 東京都小平市小川東町 3-1-1 株式会社ブリヂストン 技術センター内 Tokyo (JP). 阿久沢 一嘉 (AKUZAWA, Kazuyoshi) [JP/JP]; 〒187-8531 東京都小平市小川東町 3-1-1 株式会社ブリヂストン 技術センター内 Tokyo (JP). 高木 光治 (TAKAGI, Mitsuharu) [JP/JP]; 〒187-8531 東京都小平市小川東町 3-1-1 株式会社ブリヂストン 技術センター内 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: IMAGE DISPLAY

(54) 発明の名称: 画像表示装置



1...ELECTRODE 1

2...ELECTRODE 2

3...ELECTRODE 3

(57) Abstract: An image display having an image display sheet wherein two kinds of particles, white positively-charged particles and black negatively-charged particles, both different in color and charging characteristics are sealed in cells divided by partitions between a transparent substrate and an opposed substrate, an electric field is applied to the particles by using display electrodes provided on the transparent substrate and opposed electrodes provided on the opposed substrate, and the particles are moved to display an image. The electrodes (4) arranged on the two substrates are patterned in such a way the relationship between the covering area of each electrode and the projection area of each cell satisfies a predetermined condition (first invention), or in such a way that no electrode is present in the vertically lower portion of each cell when the image display sheet is set vertically (second invention).

(57) 要約: 透明基板および対向基板間の、隔壁によって設けられた複数のセル内に、色および帯電特性の異なる2種類の粒子群である白色の正帯電性粒子群および黒色の負帯電性粒子群を封入し、透明基板に設けた表示電極および対向基板に設けた対向電極から粒子群に電界を与えて、粒子を移動させて画像

[続葉有]

WO 2004/059379 A1



(74) 代理人: 杉村 興作 (SUGIMURA, Kosaku); 〒100-0013
東京都千代田区霞が関3丁目2番4号霞山ビルディング Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

を表示する画像表示板を具備した画像表示装置では、前記2枚の基板に配置した電極4として、電極の被覆面積が各セルの投影面積に対して所定の条件を満たすようパターン化されたパターン電極（第1発明）、または、画像表示板を縦型に据え置き設置するように構成した場合の、各セル内の垂直方向の下部に電極の無い部位を形成するようパターン化されたパターン電極（第2発明）を用いる。

明 細 書

画像表示装置

技術分野

本発明は、クーロン力等を利用した粒子の飛翔移動に伴い、画像を繰り返し表示したり、消去したりすることができる画像表示板を具備した画像表示装置であって、特に、均一性に優れた表示を行うようにした画像表示装置に関するものである。

背景技術

従来より、液晶（LCD）に代わる画像表示装置として、電気泳動方式、エレクトロクロミック方式、サーマル方式、2色粒子回転方式等の技術を用いた画像表示装置が提案されている。

これら従来技術は、LCDと比較すると、通常の印刷物に近い広い視野角が得られる、消費電力が小さい、メモリ機能を有している等のメリットがあることから、次世代の安価な画像表示装置に使用可能な技術として考えられており、携帯端末用画像表示、電子ペーパー等への展開が期待されている。特に最近では、分散粒子と着色溶液から成る分散液をマイクロカプセル化し、これを対向する基板間に配置して成る電気泳動方式が提案され、期待が寄せられている。

しかしながら、電気泳動方式では、液中を粒子が泳動するために液の粘性抵抗により応答速度が遅くなるという問題がある。さらに、低比重の溶液中に酸化チタン等の高比重の粒子を分散させているため沈降しやすくなっており、分散状態の安定性維持が難しく、画像繰り返し安定性に欠けるという問題を抱えている。また、マイクロカプセル化にしても、セルサイズをマイクロカプセルレベルにして、見かけ上、上述した欠点が現れにくくしているだけであって、本質的な問題は何ら解決されていない。

一方、溶液中での挙動を利用する電気泳動方式に対し、溶液を使わず、導電性粒子と電荷輸送層とを基板の一部に組み入れる方式も提案され始めている（例えば、趙 国来、外3名、“新しいトナーディスプレイデバイス（I）”、1999年7月21日、日本画像学会年次大会（通算83回）“Japan Hardcopy’99”、p. 249-252）。しかし、電荷輸送層、さらには電荷発生層を配置するために構造が複雑化するとともに、導電性粒子に電荷を一定に注入することは難しいため、安定性に欠けるという問題もある。

上述した種々の問題を解決するための一方法として、少なくとも一方が透明な2枚の基板の間の、隔壁によって設けられた複数のセル内に、色および帯電特性の異なる2種類以上の粒子を封入し、前記基板の双方に設けた電極から前記粒子に電界を与えて、クーロン力等により前記粒子を飛翔移動させて画像を表示する画像表示板を具備する画像表示装置が知られている。

このような画像表示装置は、例えば、ガラス基板の表面に形成されたITO等の透明導電性材料をエッチングによりライン等にパターン化して電極を形成し、さらにその上にフォトレジストにより隔壁を形成して、2枚の基板の間に複数のセルを構成する。

その際、各セルの投影面積に対して導電材料が100%被覆するようにしていたため、表示素子を駆動した後に、各セルの周囲に形成されている隔壁部に粒子が偏在することになる。その結果、各セルの中心部分において粒子が不足するだけでなく、ファンデルワールス力や静電気力等により粒子が隔壁に集まる際に「正帯電－正帯電」、「正帯電－負帯電」「負帯電－負帯電」という3種類の凝集体が生成されることによって表示素子が駆動できなくなり、それに伴い各セルの中心部分において「粒子抜け（表示素子内の粒子の一部の表示が欠落する現象）」が発生して、外観性を損なうことになる問題があった。

また、各セルの投影面積に対して導電材料が100%被覆するようにしていたため、画像表示板を縦型に据え置き設置した場合、長時間使用すると、重力によ

り粒子がセルの下方に移動して偏在することになる。その結果、各セルの中心部分において粒子が不足するとともに、セルの下方に粒子の凝集体が発生し、それに伴い各セルの中心部分において「粒子抜け（表示素子内の粒子の一部の表示が欠落する現象）」が発生して、外観性を損なうことになる問題もあった。

発明の開示

本発明は、上述した問題に着目してなされたものであり、各セルの投影面積に対する電極の被覆面積の割合を規定するようなパターン電極を用いることにより、あるいは、画像表示板を縦型に据え置き設置するように構成した場合の、各セル内の垂直方向の下部に電極の無い部位を形成するようなパターン電極を用いることにより、粒子の隔壁部への偏在および各セルの中心部分における粒子抜けを防止して、均一性に優れた表示を行い得る画像表示装置を提供することを目的とする。

上記目的を達成するため、本発明の第1発明に係る画像表示装置は、少なくとも一方が透明な2枚の基板の間の、隔壁によって設けられた複数のセル内に、色および帯電特性の異なる2種類以上の粒子群を封入し、前記基板の双方に設けた電極から前記粒子群に電界を与えて、前記粒子を移動させて画像を表示する画像表示板を具備した画像表示装置であって、前記2枚の基板に配置された電極の被覆面積が前記各セルの投影面積に対してパターン化されていることを特徴とする。

上記構成の本発明の第1発明に係る画像表示装置では、粒子に直接的に静電界を与えて粒子を移動させることができる画像表示素子をマトリックス状に配置して新規な画像表示装置を構成することにより、乾式で応答速度が速く、単純な構造で安価かつ安定性に優れる画像表示装置を提供することができる。さらに、前記2枚の基板に配置された電極の被覆面積が前記各セルの投影面積に対してパターン化されているから、粒子の隔壁部への偏在および各セルの中心部分における粒子抜けが防止されることになり、均一性に優れた表示を行い得る画像表示装置

を提供することができる。

本発明の第1発明に係る画像表示装置において、前記2枚の基板に配置された電極の少なくとも一方は、各セル内の被覆面積が各セルの投影面積に対して5～99%であること、あるいは、前記2枚の基板に配置された電極の少なくとも一方は、各セル内の被覆面積が各セルの投影面積に対して30～90%であることが、粒子の隔壁部への偏在および各セルの中心部分における粒子抜けを防止する上で好ましい。

また、本発明の第1発明に係る画像表示装置において、前記2枚の基板に配置された電極の少なくとも一方と前記隔壁との接触寸法は、前記各セルの内周寸法の50%未満であることが、さらに確実に、粒子の隔壁部への偏在および各セルの中心部分における粒子抜けを防止する上で好ましい。

さらに、上記目的を達成するため、本発明の第2発明に係る画像表示装置は、少なくとも一方が透明な2枚の基板の間の、隔壁によって設けられた複数のセル内に、色および帯電特性の異なる2種類以上の粒子群を封入し、前記基板の双方に設けた電極から前記粒子群に電界を与えて、前記粒子を移動させて画像を表示する画像表示板を具備した画像表示装置であって、画像表示板を縦型に据え置き設置するように構成した場合の、各セル内の垂直方向の下部に前記電極の無い部位を形成するようにパターン化されていることを特徴とする。

上記構成の本発明の第2発明に係る画像表示装置では、粒子に直接的に静電界を与えて粒子を移動させることができる画像表示素子をマトリックス状に配置して新規な画像表示装置を構成することにより、乾式で応答速度が速く、単純な構造で安価かつ安定性に優れる画像表示装置を提供することができる。さらに、画像表示板を縦型に据え置き設置するように構成した場合の、各セル内の垂直方向の下部に前記電極の無い部位を形成するようにパターン化されているから、粒子の隔壁部への偏在および各セルの中心部分における粒子抜けが防止されることになり、均一性に優れた表示を行い得る画像表示装置を提供することができる。

本発明の画像表示装置において、前記各セル内の垂直方向の下部に形成される前記電極の無い部位の面積は、各セルの投影面積に対して5～50%であること、あるいは、前記各セル内の垂直方向の下部に形成される前記2枚の電極の無い部位の面積は、各セルの投影面積に対して15～45%であることが、粒子の隔壁部への偏在および各セルの中心部分における粒子抜けを防止する上で好ましい。

図面の簡単な説明

図1(a)～(c)はそれぞれ、本発明の画像表示装置に用いる画像表示板の表示素子の一例およびその表示駆動原理を説明するための図である。

図2(a), (b)はそれぞれ、本発明の画像表示装置の画像表示板を例示する模式図である。

図3は隔壁で画成される表示セルの形状を示す図である。

図4は本発明の画像表示装置に用いる粒子の表面電位の測定要領を示す図である。

図5(a)～(c)はそれぞれ、本発明の第1発明に係る実施例1～3の隔壁付きパターン電極を例示する図である。

図6(a)～(c)はそれぞれ、本発明の第1発明に係る比較例1～3の隔壁付きパターン電極を例示する図である。

図7(a)～(c)はそれぞれ、本発明の第2発明に係る実施例11～13の隔壁付きパターン電極を例示する図である。

図8(a)～(b)はそれぞれ、本発明の第2発明に係る比較例11, 12の隔壁付きパターン電極を例示する図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面に基づき詳細に説明する。図1は本発明の画像表示装置を構成する画像表示板の画像表示素子の一例およびその表示駆動原理を説明するための図であり、図1(a)～(c)に示す例において、1は透明基

板、2は対向基板、3は表示電極（透明電極）、4は対向電極、5は負帯電性粒子、6は正帯電性粒子、7は隔壁である。

図1（a）は対向する基板（透明基板1および対向基板2）の間に負帯電性粒子5および正帯電性粒子6を配置した状態を示す。この状態のものに、表示電極3側が低電位、対向電極4側が高電位となるように電圧を印加すると、図1（b）に示すように、クーロン力によって、正帯電性粒子6は表示電極3側に飛翔移動し、負帯電性粒子5は対向電極4側に飛翔移動する。この場合、透明基板1側から見たときの表示面は、正帯電性粒子6の色に見える。次に、電位を切り換えて、表示電極3側が高電位、対向電極4側が低電位となるように電圧を印加すると、図1（c）に示すように、クーロン力によって、負帯電性粒子5は表示電極3側に飛翔移動し、正帯電性粒子6は対向電極4側に飛翔移動する。この場合、透明基板1側から見たときの表示面は、負帯電性粒子5の色に見える。

図1（b）および図1（c）の間は電源の電位を反転させるだけで繰り返し表示することができ、このように電源の電位を反転させることで可逆的に色を変化させることができる。粒子の色は、随意に選定できる。例えば、負帯電性粒子5を白色とし、正帯電性粒子6を黒色とするか、負帯電性粒子5を黒色とし、正帯電性粒子6を白色とすると、表示は白色および黒色間の可逆表示となる。この方式では、一旦表示を行うと、各粒子は鏡像力により電極に付着した状態になるので、電圧印加を中止した後も表示画像は長期に保持されることになり、メモリ保持性が良い。

本発明では、各帯電性粒子は気体中を飛翔するため、画像表示の応答速度が速く、応答速度を1msec以下にすることができる。また、液晶表示素子のように配向膜や偏光板等が不要で、構造が単純で、低コストかつ大面積とすることが可能である。温度変化に対しても安定しており、低温から高温まで使用可能である。さらに、視野角がなく、高反射率、反射型で明るいところでも見易く、低消費電力である。メモリ性もあるので、画像保持する場合に電力を消費しない。

本発明の画像表示装置は、上記画像表示素子がマトリックス状に配置された画像表示板から構成される。図2(a)、(b)にその模式図の一例を示す。この例では説明の都合上 3×3 のマトリックスを示す。各電極の数を n 個とすることで、任意の $n \times n$ のマトリックスを構成することができる。

図2(a)、(b)に示す例において、ほぼ平行に配置した表示電極 $3-1 \sim 3-3$ と同じくほぼ平行に配置した対向電極 $4-1 \sim 4-3$ とは、互いにほぼ直交した状態で、透明基板1上および対向基板2上に設けられている。表示電極 $3-1 \sim 3-3$ にはそれぞれ、2接点切換型スイッチである $SW3-1-1$, $SW3-2-1$, $SW3-3-1$ が各別に接続されている。同様に、対向電極 $4-1 \sim 4-3$ にはそれぞれ、2接点切換型スイッチである $SW4-1-1$, $SW4-2-1$, $SW4-3-1$ が各別に接続されている。さらに、 $SW3-1-1$, $SW3-2-1$, $SW3-3-1$ には、2接点切換型スイッチである $SW3-1-2$ が共通接続されており、 $SW4-1-1$, $SW4-2-1$, $SW4-3-1$ には、2接点切換型スイッチである $SW4-1-2$ が共通接続されている。

$SW3-n-1$ ($n=1 \sim 3$) と $SW4-n-1$ ($n=1 \sim 3$) とは、グラウンドへの接続と次段の $SW3-1-2$ への接続とを切り替える役目を果たす。 $SW3-1-2$ および $SW4-1-2$ は、高電圧発生回路8への接続と低電圧発生回路9への接続とを切り替える役目を果たす。これら SW の全体がマトリックスドライブ回路10を構成する。なお、本例では、隔壁7によりお互いを隔離して 3×3 個の画像表示素子を構成している。

上述した表示電極 $3-1 \sim 3-3$ と対向電極 $4-1 \sim 4-3$ とからなるマトリックス電極に対する駆動制御では、表示しようとする画像に応じて、図示しないシーケンサの制御により各 SW の開閉を制御して、 3×3 個の画像表示素子を順に表示させる動作が実行される。この動作としては、基本的には、従来から知られているものとほぼ同一の画像表示動作を行う。

マトリックス電極を構成する各電極は、透明基板上に設ける表示電極の場合に

は、透明かつパターン形成可能である導電材料で形成される。このような導電材料としては、アルミニウム、銀、ニッケル、銅、金等の金属やITO、導電性酸化スズ、導電性酸化亜鉛等の透明導電金属酸化物をスパッタリング法、真空蒸着法、CVD法、塗布法等で薄膜状に形成したもの、あるいは、導電剤を溶媒あるいは合成樹脂バインダーに混合して塗布したものが用いられる。

導電剤としては、ベンジルトリメチルアンモニウムクロライド、テトラブチルアンモニウムパークロレート等のカチオン性高分子電解質、ポリスチレンスルホン酸塩、ポリアクリル酸塩等のアニオン性高分子電解質や導電性の酸化亜鉛、酸化スズ、酸化インジウム微粉末等が用いられる。なお、電極の厚みは、導電性が確保でき光透過性に支障がなければどのような厚さでも良いが、3～1000nm、好ましくは5～400nmが好適である。対向基板には、上記表示電極と同様に透明電極材料を使用することもできるが、アルミニウム、銀、ニッケル、銅、金等の非透明電極材料も使用できる。

各電極には、帯電した粒子の電荷が逃げないように絶縁性のコート層を形成することが好ましい。コート層は、負帯電性粒子に対しては正帯電性の樹脂を、正帯電性粒子に対しては負帯電性の樹脂を用いると、粒子の電荷が逃げ難いので特に好ましい。

以下、本発明の画像表示装置で用いる基板について述べる。基板の少なくとも一方は装置外側から粒子の色が確認できる透明基板であり、可視光の透過率が高くかつ耐熱性の良い材料が好適である。可撓性の有無は用途により適宜選択され、例えば、電子ペーパー等の用途には可撓性のある材料が好適であり、携帯電話、PDA、ノートパソコン類の携帯機器の表示装置等の用途には可撓性のない材料が好適である。

基板の材料を例示すると、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルホン、ポリエチレン、ポリカーボネート、ポリイミド、アクリル等のポリマーシートや、ガラス、石英等の無機シートが挙げられる。対向基板は透明でも不透明

でもかまわない。基板の厚みは、 $2 \sim 5000 \mu\text{m}$ が好ましく、特に $5 \sim 1000 \mu\text{m}$ が好適である。厚みが薄すぎると、強度、基板間の間隔均一性を保ちにくくなり、厚みが厚すぎると、表示機能としての鮮明さ、コントラストの低下が発生し、特に、電子ペーパー用途の場合にはフレキシビリティに欠ける。

また、図2(a)に示すように、隔壁7を各表示素子に設けるのが好ましい。隔壁を平行する2方向に設けることもできる。これらリブからなる隔壁7により形成される表示セルは、図3に示すごとく、基板平面方向からみて形状としては四角状、三角状、ライン状、円形状、六角状が例示され、配置としては格子状、ハニカム状が例示される。

これにより、基板平行方向の余分な粒子移動を阻止し、耐久繰り返し性、メモリ保持性を介助するとともに、基板間の間隔を均一にかつ補強し、画像表示板の強度を上げることもできる。隔壁の形成方法としては、特に限定されないが、例えば、スクリーン版を用いて所定の位置にペーストを重ね塗りするスクリーン印刷法や、基板上に所望の厚さの隔壁材をベタ塗りし、隔壁として残したい部分のみレジストパターンを隔壁材上に被覆した後、ブラスト材を噴射して隔壁部以外の隔壁材を切削除去するサンドブラスト法や、基板上に感光性樹脂を用いてレジストパターンを形成し、レジスト凹部へペーストを埋め込んだ後レジストを除去するリフトオフ法（アディティブ法）や、基板上に隔壁材料を含有した感光性樹脂組成物を塗布し、露光・現像により所望のパターンを得るフォトリソ法や、基板上に隔壁材料を含有するペーストを塗布した後、凹凸を有する金型等を圧着・加圧成形して隔壁形成する鋳型成形法等、種々の方法が採用される。さらに、鋳型成形法を応用し、鋳型として感光性樹脂組成物により設けたレリーフパターンを使用する、レリーフ型押し法も採用される。このうちでも、レジストフィルムを用いたフォトリソ法が好適に用いられる。さらにまた、隔壁の幅としては $1 \sim 100 \mu\text{m}$ が好ましく、高さは $5 \sim 100 \mu\text{m}$ が好ましい。

以下、本発明の画像表示装置で用いる粒子について述べる。本発明では、表示

のための粒子は負帯電性または正帯電性の着色粒子で、クーロン力により飛翔移動するものであればいずれでも良いが、特に、球形で比重の小さい粒子が好適である。粒子の平均粒子径は $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ が好ましく、特に $1 \sim 30 \mu\text{m}$ が好ましい。粒径がこの範囲より小さいと、粒子の電荷密度が大きすぎて電極や基板への鏡像力が強すぎ、メモリ性はよいが、電界を反転した場合の追従性が悪くなる。反対に粒径がこの範囲より大きいと、追従性は良いが、メモリ性が悪くなる。

粒子を負または正に帯電させる方法は、特に限定されないが、コロナ放電法、電極注入法、摩擦法等の粒子を帯電する方法が用いられる。キャリアを用いてブローオフ法により測定した粒子の表面電荷密度が絶対値で $5 \mu\text{C}/\text{m}^2$ 以上 $150 \mu\text{C}/\text{m}^2$ 以下であることが好ましい。粒子の表面電荷密度の絶対値がこの範囲より小さいと、電界の変化に対する応答速度が遅くなり、メモリ性も低くなる。粒子の表面電荷密度の絶対値がこの範囲より大きいと、電極や基板への鏡像力が強すぎ、メモリ性はよいが、電界を反転した場合の追従性が悪くなる。

本発明において用いた、表面電荷密度を求めるのに必要な、帯電量の測定および粒子比重の測定は、以下によって行った。すなわち、ブローオフ法によって、粒子とキャリア粒子とを十分に接触させ、その飽和帯電量を測定することにより、粒子の単位重量あたりの帯電量を測定する。そして、この粒子の粒子径と比重を別途求めることにより、この粒子の表面電荷密度を算出する。

<ブローオフ測定原理および測定方法>

ブローオフ法においては、両端に網を張った円筒容器中に粉体とキャリアの混合体を入れ、一端から高圧ガスを吹き込んで粉体とキャリアとを分離し、網の目開きから粉体のみをブローオフ（吹き飛ばし）する。このとき、粉体が容器外に持ち去った帯電量と等量で逆の帯電量がキャリアに残る。そして、この電荷による電束の全てはファラデーケージで集められ、この分だけコンデンサは充電される。そこでコンデンサ両端の電位を測定することにより、粉体の電荷量 Q は、

$Q = CV$ (C ; コンデンサ容量、 V ; コンデンサ両端の電圧)
として求められる。

ブローオフ粉体帯電量測定装置としては東芝ケミカル社製の TB-200 を用い、キャリアとしてパウダーテック社製の F963-2535 を用い、株式会社島津製作所製比重計、マルチボリウム密度計 H1305 にて測定した粒子比重とから、単位表面積あたり電荷密度 (単位 ; $\mu C / m^2$) を算出した。

粒子は、その帯電電荷を保持する必要があるので、体積固有抵抗が $1 \times 10^{10} \Omega \cdot cm$ 以上の絶縁性粒子が好ましく、特に体積固有抵抗が $1 \times 10^{12} \Omega \cdot cm$ 以上の絶縁性粒子が好ましい。また、以下に述べる方法で評価した電荷減衰性の遅い粒子がさらに好ましい。

すなわち、粒子を、別途、プレス、加熱溶融、キャスト等により、厚み $5 \sim 100 \mu m$ のフィルム状にする。そして、そのフィルム表面と $1 mm$ の間隔をもって配置されたコロナ放電器に、 $8 kV$ の電圧を印加してコロナ放電を発生させて表面を帯電させ、その表面電位の変化を測定し判定する。この場合、 0.3 秒後における表面電位の最大値が $300 V$ より大きく、好ましくは $400 V$ より大きくなるように、粒子構成材料を選択、作成することが肝要である。

なお、上記表面電位の測定は、例えば図 4 に示した装置 (QEA 社製 CRT 2000) により行うことができる。この装置の場合は、前述したフィルムを表面に配置したロールのシャフト両端部をチャック 31 にて保持し、小型のスコロン放電器 32 と表面電位計 33 とを所定間隔離して併設した計測ユニットを上記フィルムの表面と $1 mm$ の間隔を持って対向配置し、上記フィルムを静止した状態のまま、上記計測ユニットをフィルム的一端から他端まで一定速度で移動させることにより、表面電荷を与えつつその表面電位を測定する方法が好適に採用される。なお、測定環境は温度 $25 \pm 3^\circ C$ 、湿度 $55 \pm 5 RH\%$ とする。

粒子は、帯電性能等が満たされれば、いずれの材料から構成されても良い。例えば、樹脂、荷電制御剤、着色剤、無機添加剤等から、あるいは、着色剤単独等

で形成することができる。

樹脂の例としては、ウレタン樹脂、ウレア樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、アクリルウレタン樹脂、アクリルウレタンシリコーン樹脂、アクリルウレタンフッ素樹脂、アクリルフッ素樹脂、シリコーン樹脂、アクリルシリコーン樹脂、エポキシ樹脂、ポリスチレン樹脂、スチレンアクリル樹脂、ポリオレフィン樹脂、ブチラール樹脂、塩化ビニリデン樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、フッ素樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリスルホン樹脂、ポリエーテル樹脂、ポリアミド樹脂等が挙げられ、2種以上混合することもできる。特に、基板との付着力を制御する観点から、アクリルウレタン樹脂、アクリルシリコーン樹脂、アクリルフッ素樹脂、アクリルウレタンシリコーン樹脂、アクリルウレタンフッ素樹脂、フッ素樹脂、シリコーン樹脂が好適である。

荷電制御剤としては、特に制限はないが、負荷電制御剤としては例えば、サリチル酸金属錯体、含金属アゾ染料、含金属（金属イオンや金属原子を含む）の油性染料、4級アンモニウム塩系化合物、カリックスアレン化合物、含ホウ素化合物（ベンジル酸ホウ素錯体）、ニトロイミダゾール誘導体等が挙げられる。正荷電制御剤としては例えば、ニグロシン染料、トリフェニルメタン系化合物、4級アンモニウム塩系化合物、ポリアミン樹脂、イミダゾール誘導体等が挙げられる。その他、超微粒子シリカ、超微粒子酸化チタン、超微粒子アルミナ等の金属酸化物、ピリジン等の含窒素環状化合物及びその誘導体や塩、各種有機顔料、フッ素、塩素、窒素等を含んだ樹脂等も荷電制御剤として用いることもできる。

着色剤としては、以下に例示するような、有機または無機の各種、各色の顔料、染料が使用可能である。

黒色顔料としては、カーボンブラック、酸化銅、二酸化マンガン、アニリンブラック、活性炭等がある。黄色顔料としては、黄鉛、亜鉛黄、カドミウムイエロー、黄色酸化鉄、ミネラルファーストイエロー、ニッケルチタンイエロー、ネーブルイエロー、ナフトールイエローS、ハンザイエローG、ハンザイエロー10

G、ベンジジンイエローG、ベンジジンイエローGR、キノリンイエローレーキ、パーマネントイエローNCG、タートラジンレーキ等がある。橙色顔料としては、赤色黄鉛、モリブデンオレンジ、パーマネントオレンジGTR、ピラゾロンオレンジ、バルカンオレンジ、インダスレンブリリアントオレンジRK、ベンジジンオレンジG、インダスレンブリリアントオレンジGK等がある。赤色顔料としては、ベンガラ、カドミウムレッド、鉛丹、硫化水銀、カドミウム、パーマネントレッド4R、リソールレッド、ピラゾロンレッド、ウォッチングレッド、カルシウム塩、レーキレッドD、ブリリアントカーミン6B、エオシンレーキ、ローダミンレーキB、アリザリンレーキ、ブリリアントカーミン3B等がある。

紫色顔料としては、マンガン紫、ファーストバイオレットB、メチルバイオレットレーキ等がある。青色顔料としては、紺青、コバルトブルー、アルカリブルーレーキ、ピクトリアブルーレーキ、フタロシアニンブルー、無金属フタロシアニンブルー、フタロシアニンブルー部分塩素化物、ファーストスカイブルー、インダスレンブルーBC等がある。緑色顔料としては、クロムグリーン、酸化クロム、ピグメントグリーンB、マラカイトグリーンレーキ、ファイナルイエローグリーンG等がある。白色顔料としては、亜鉛華、酸化チタン、アンチモン白、硫化亜鉛等がある。

体質顔料としては、バライト粉、炭酸バリウム、クレー、シリカ、ホワイトカーボン、タルク、アルミナホワイト等がある。また、塩基性、酸性、分散、直接染料等の各種染料として、ニグロシン、メチレンブルー、ローズベンガル、キノリンイエロー、ウルトラマリンブルー等がある。これらの着色剤は、単独或いは複数組み合わせる用いることができる。特に黒色着色剤としてカーボンブラックが、白色着色剤として酸化チタンが好ましい。

粒子の製造方法については特に限定されないが、例えば、電子写真のトナーを製造する場合に準じた粉碎法および重合法が使用出来る。また、無機または有機顔料の粉体の表面に樹脂や荷電制御剤等をコートする方法も用いられる。

透明基板と対向基板の間隔は、粒子が飛翔移動でき、コントラストを維持できれば良いが、通常 $10 \sim 5000 \mu\text{m}$ 、好ましくは $30 \sim 500 \mu\text{m}$ に調整される。また、粒子群の充填量については、粒子群の占有体積が、対向する基板間の空隙部分の $5 \sim 70 \text{ vol}\%$ 、好ましくは $10 \sim 65 \text{ vol}\%$ 、更に好ましくは $10 \sim 55 \text{ vol}\%$ になるように調整することが好ましい。粒子群の体積占有率が、 $5 \text{ vol}\%$ より小さいと鮮明な画像表示が行えなくなり、 $70 \text{ vol}\%$ より大きいと粒子群が移動しにくくなる。ここで、空間体積とは、対向する基板1、基板2に挟まれる部分から、隔壁4の占有部分、装置シール部分を除いた、いわゆる粒子群を充填可能な体積を指すものとする。

更に、本発明においては基板間の粒子を取り巻く空隙部分の気体の管理が重要であり、表示安定性向上に寄与する。具体的には、空隙部分の気体の湿度について、 25°C における相対湿度を $60\% \text{ RH}$ 以下、好ましくは $50\% \text{ RH}$ 以下、更に好ましくは $35\% \text{ RH}$ 以下とすることが重要である。

本発明の画像表示装置に用いる表示板においては、上記の表示素子を複数使用してマトリックス状に配置して表示を行う。白黒の場合は、1つの表示素子が1つの画素となる。白黒以外の任意の色表示をする場合は、粒子の色の組み合わせを適宜行えばよい。フルカラーの場合は、3種の表示素子、すなわち、各々R（赤色）、G（緑色）及びB（青色）の色の粒子を持ちかつ各々黒色の粒子を持つ表示素子を1組とし、それらを複数組配置して表示板とするのが好ましい。

空隙部分の気体は、先に述べた湿度領域であれば、その種類は問わないが、乾燥空気、乾燥窒素、乾燥アルゴン、乾燥ヘリウム、乾燥二酸化炭素、乾燥メタンなどが好適である。

この気体は、その湿度が保持されるように装置に封入することが必要であり、例えば、粒子の充填、基板の組み立てなどを所定湿度環境下にて行い、更に、外からの湿度侵入を防ぐシール材、シール方法を施すことが肝要である。

なお、本発明の画像表示装置は、ノートパソコン、PDA、携帯電話、ハンデ

ィターミナルなどのモバイル機器の表示部、電子ブック、電子新聞などの電子ペーパー、看板、ポスター、黒板などの提示板、電卓、家電製品、自動車用品等の表示部、ポイントカード、ＩＣカードなどのカード表示部、電子ＰＯＰ、電子広告、電子値札、電子楽譜、ＲＦ－ＩＤ機器の表示部などに用いられる。

次に、本発明の画像表示装置におけるパターン電極の各種実施例について説明する。

(第１発明に係る実施例)

本発明の第１発明に係る画像表示装置においては、図５（ａ），（ｂ），（ｃ）に示すパターン電極１２（パターン電極１２－１～１２－３）を用いる。

本発明のパターン電極１２（パターン電極１２－１～１２－３）は額縁状の隔壁７によって形成されるセル１１のそれぞれに対して所定のパターンでパターン化されており、表示電極３および対向電極４として使用するものとする。

図５（ａ）に示すパターン電極１２－１（以下、電極１という）は、セル１１内の左右端部にライン状の隙間を形成するように直線部１２－１ａのみにより構成されている。

図５（ｂ）に示すパターン電極１２－２（以下、電極２という）は、セル１１内の上下左右端部にライン状の隙間を形成するように直線部１２－２ａおよび四角形部１２－２ｂにより構成されている。

図５（ｃ）に示すパターン電極１２－３（以下、電極３という）は、セル１１内の上下左右周辺部に隙間を形成するように直線部１２－３ａおよび円形部１２－３ｂにより構成されている。

図６（ａ），（ｂ），（ｃ）に示すパターン電極１３（１３－１～１３－３）は、上記本発明の画像表示装置におけるパターン電極の各種実施例と比較するための比較例である。

図６（ａ）に示すパターン電極１３－１（以下、電極４という）は、セル１１内の全域を覆う直線部１３－１ａのみにより構成されている。

図6 (b) に示すパターン電極13-2 (以下、電極5という) は、セル11内の中央部のみを上下方向に覆う幅狭の直線部13-2aのみにより構成されている。

図6 (c) に示すパターン電極13-3 (以下、電極6という) は、セル11内の中央部に四角形状の隙間を形成するように直線部13-3aおよび中空部13-3bにより構成されている。

電極1～6を含む画像表示装置を、以下のようにして製作した。

<電極パターンの作成>

厚さ約500 Åの酸化インジウムガラスにドライフィルムレジストを貼り付けて、各電極パターンのポジマスクを通して、露光～現像～エッチングにより、電極1～6を得た。

<隔壁の作成>

作製した各電極上に、50 μmのドライフィルムレジストを貼り付けて、500 μm角のセルおよび隔壁幅50 μmの隔壁パターンのネガマスクを通して、露光～現像により、図5 (a) ～ (c) および図6 (a) ～ (c) に示す隔壁付きパターン電極 (電極1～6) を得た。

<粒子の作成>

2種類の粒子 (粒子A、粒子B) を準備した。

粒子A (黒色粒子) は、アクリルウレタン樹脂EAU53B (亜細亜工業製) / IPDI系架橋剤エクセルハードナーHX (亜細亜工業製) に、CB4 phr、荷電制御剤ボントロンN07 (オリエント化学製) 2 phrを添加し、混練り後、ジェットミルにて粉碎分級して粒子を作製した。

粒子B (白色粒子) は、アクリルウレタン樹脂EAU53B (亜細亜工業製) / IPDI系架橋剤エクセルハードナーHX (亜細亜工業製) に、酸化チタン10 phr、荷電制御剤ボントロンE89 (オリエント化学製) 2 phrを添加し、混練り後、ジェットミルにて粉碎分級して粒子を作製した。

その後、以上のように準備した隔壁付きパターン電極を設けた基板に粒子Aおよび粒子Bをそれぞれセル11の投影面積に対して 12 g/m^2 の割合で入れ、同種の隔壁付きパターン電極を設けた基板を位置合わせして対向基板とし、エポキシ系接着剤により基板同士を接着して、対向基板間距離が $100\text{ }\mu\text{m}$ となる画像表示装置を作製した。

<表示機能の評価>

作製した画像表示装置の電極間に 200 V の電圧を印加し、50回反転後（初期）および10000回反転後（耐久後）の性能をそれぞれ測定した。

表示機能の評価方法としては、セルの中心部の白表示時、黒表示時の反射率をアイスケール3（アイシシステム社製）で測定し、初期あるいは耐久後のコントラストが3以下となったものはNGとした。ここで、コントラスト比とは、コントラスト比＝黒色表示時反射濃度／白色表示時反射濃度とした。

以上をまとめると、電極1～6の仕様は表1のようになり、電極1～6の評価は表2のようになる。

【表1】

		電極1	電極2	電極3	電極4	電極5	電極6
隔壁幅	μm	50	50	50	50	50	50
隔壁高さ	μm	50	50	50	50	50	50
表示部面積①	mm^2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
表示部内周②	μm	2000	2000	2000	2000	2000	2000
表示部内電極面積③	mm^2	0.20	0.20	0.13	0.25	0.01	0.13
電極隔壁接触部④	μm	800	100	100	2000	20	2000
③／①	%	80	80	52	100	4	52
④／②	%	40	5	5	100	1	100

【表 2】

		実施例 1	実施例 2	実施例 3	比較例 1	比較例 2	比較例 3
電極種類①	μm	電極 1	電極 2	電極 3	電極 4	電極 5	電極 6
電極種類②	μm	電極 1	電極 2	電極 3	電極 4	電極 5	電極 6
50 回反転後	白表示反射率%	29.8	33.0	28.0	31.9	21.3	29.0
	黒表示反射率%	4.2	4.4	4.3	4.2	14.2	16.1
	コントラスト	7.1	7.5	6.5	7.6	1.5	1.8
10000 回 反転後	白表示反射率%	28.6	30.8	28.1	14.0	17.3	25.9
	黒表示反射率%	4.4	4.6	4.6	5.2	14.4	16.2
	コントラスト	6.5	6.7	6.1	2.7	1.2	1.6
判定		○	○	○	×	×	×

表 1 および表 2 によれば、各セル内の電極の被覆面積が各セルの投影面積に対して 80%、80%、52%であり、かつ、電極と隔壁との接触寸法が 40%、5%、5%である実施例 1～3 の電極 1～3 は OK と判定され、各セル内の電極の被覆面積が各セルの投影面積に対して 100%、4%、52%であり、かつ、電極と隔壁との接触寸法が 100%、1%、100%である比較例 1～3 の電極 4～6 は NG と判定されるため、

(1) 2 枚の基板に配置された電極の少なくとも一方は、各セル内の電極の被覆面積が各セルの投影面積に対して 5～99%であることが好ましい、

(2) 2 枚の基板に配置された電極の少なくとも一方は、各セル内の被覆面積が各セルの投影面積に対して 30～90%であることが、さらに好ましい、

(3) 2 枚の基板に配置された電極の少なくとも一方と前記隔壁との接触寸法は、前記各セルの内周寸法の 50%未満であることが好ましい、
と、結論付けることができる。

したがって、上記 (1)～(3) を全て満たす電極 1～3 に対応する実施例 1

～３により、均一性に優れた表示機能を有する画像表示パネルが得られる。

なお、上述した例では、電極（表示電極、対向電極）を基板（透明基板、対向基板）上に設けるようにしているが、この場合の「基板上に設ける」とは、「電極を基板上に設ける」場合と、「電極を基板とは離して設ける」場合とを含むものとする。

（第２発明に係る実施例）

本発明の第２発明に係る画像表示装置においては、図７（ａ），（ｂ），（ｃ）に示すパターン電極２２（パターン電極２２－１～２２－３）を用いる。

本発明のパターン電極２２（パターン電極２２－１～２２－３）は額縁状の隔壁７によって形成されるセル１１のそれぞれに対して所定のパターンでパターン化されており、表示電極３および対向電極４として使用するものとする。

図７（ａ）に示すパターン電極２２－１（以下、電極１１という）は、画像表示板を縦型に据え置き設置するように構成した場合の各セル１１内の垂直方向の下部に、水平方向に延在する隙間を形成するように、直線部２２－１ａおよび四角形部２２－１ｂにより構成されている。

図７（ｂ）に示すパターン電極２２－２（以下、電極１２という）は、画像表示板を縦型に据え置き設置するように構成した場合の各セル１１内の垂直方向の下部に、水平方向に延在する隙間を形成するように、上記直線部２２－１ａと同一幅の直線部２２－２ａおよび上記四角形部２２－１ｂよりも面積を減少させた四角形部２２－２ｂにより構成されている。

図７（ｃ）に示すパターン電極２２－３（以下、電極１３という）は、画像表示板を縦型に据え置き設置するように構成した場合の各セル１１内の垂直方向の下部に、水平方向に延在する隙間を形成するように、上記直線部２２－２ａよりも幅を広げた直線部２２－３ａおよび上記四角形部２２－２ｂと同一面積の四角形部２２－３ｂにより構成されている。

図８（ａ），（ｂ）に示すパターン電極２３（２３－１，２３－２）は、上記

本発明の画像表示装置におけるパターン電極の各種実施例と比較するための比較例である。

図 8 (a) に示すパターン電極 2 3-1 (以下、電極 1 4 という) は、画像表示板を縦型に据え置き設置するように構成した場合の各セル 1 1 内の全域を覆う直線部 2 3-1 a のみにより構成されている。

図 8 (b) に示すパターン電極 2 3-2 (以下、電極 1 5 という) は、画像表示板を縦型に据え置き設置するように構成した場合の各セル 1 1 内の垂直方向の上部に、水平方向に延在する隙間を形成するように、直線部 2 3-2 a および四角形部 2 3-2 b により構成されている。この電極 1 5 は、上記電極 1 2 を垂直方向で上下反転させたものである。

電極 1 1 ~ 1 5 を含む画像表示装置を、以下のようにして製作した。

<電極パターンの作成>

厚さ約 5 0 0 Å の酸化インジウムガラスにドライフィルムレジストを貼り付けて、各電極パターンのポジマスクを通して、露光〜現像〜エッチングにより、電極 1 ~ 6 を得た。

<隔壁の作成>

作製した各電極上に、5 0 μ m のドライフィルムレジストを貼り付けて、5 0 0 μ m 角のセルおよび隔壁幅 5 0 μ m の隔壁パターンのネガマスクを通して、露光〜現像により、図 7 (a) ~ (c) および図 8 (a) , (b) に示す隔壁付きパターン電極 (電極 1 1 ~ 1 5) を得た。

<粒子の作成>

2 種類の粒子 (粒子 A、粒子 B) を準備した。

粒子 A (黒色粒子) は、アクリルウレタン樹脂 E A U 5 3 B (亜細亜工業製) / I P D I 系架橋剤エクセルハードナー H X (亜細亜工業製) に、C B 4 p h r、荷電制御剤ボントロン N O 7 (オリエント化学製) 2 p h r を添加し、混練り後、ジェットミルにて粉碎分級して粒子を作製した。

粒子B（白色粒子）は、アクリルウレタン樹脂EAU53B（亜細亜工業製）／IPDI系架橋剤エクセルハードナーHX（亜細亜工業製）に、酸化チタン10phr、荷電制御剤ボントロンE89（オリエント化学製）2phrを添加し、混練り後、ジェットミルにて粉碎分級して粒子を作製した。

その後、以上のように準備した隔壁付きパターン電極を設けた基板に粒子Aおよび粒子Bをそれぞれセル11の投影面積に対して 12 g/m^2 の割合で入れ、同種の隔壁付きパターン電極を設けた基板を位置合わせして対向基板とし、エポキシ系接着剤により基板同士を接着して、対向基板間距離が $100\text{ }\mu\text{m}$ となる画像表示装置を作製した。

<表示機能の評価>

作製した画像表示装置の電極間に200Vの電圧を印加し、50回反転後（初期）および10000回反転後（耐久後）の性能をそれぞれ測定した。

表示機能の評価方法としては、セルの中心部の白表示時、黒表示時の反射率をアイスケール3（アイシステム社製）で測定し、初期あるいは耐久後のコントラストが3以下となったものはNGとした。ここで、コントラスト比とは、コントラスト比＝黒色表示時反射濃度／白色表示時反射濃度とした。

以上をまとめると、電極11～15の仕様は表3のようになり、電極11～15の評価は表4のようになる。

【表 3】

		電極 1 1	電極 1 2	電極 1 3	電極 1 4	電極 1 5
隔壁幅	μm	50	50	50	50	50
隔壁高さ	μm	50	50	50	50	50
表示部面積①	mm^2	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
表示部内電極面積	mm^2	0.205	0.151	0.190	0.250	0.151
表示部内の電極が無い部分 の面積②	mm^2	0.045	0.099	0.060	0	0.099
②／①	%	18	40	24	0	40
電極が無い部分の設置部位		下方	下方	下方	—	上方

【表 4】

		実施例 1 1	実施例 1 2	実施例 1 3	比較例 1 1	比較例 1 2
電極種類①	μm	電極 1 1	電極 1 2	電極 1 3	電極 1 4	電極 1 5
電極種類②	μm	電極 1 1	電極 1 2	電極 1 3	電極 1 4	電極 1 5
50 回反転後	白表示反射率%	32.3	30.2	29.0	31.9	31.8
	黒表示反射率%	4.3	4.2	4.2	4.2	4.3
	コントラスト	7.5	7.2	6.9	7.6	7.4
10000 回 反転後	白表示反射率%	2.87	29.3	27.3	14.0	11.1
	黒表示反射率%	4.7	4.5	4.4	5.2	5.3
	コントラスト	6.1	6.5	6.2	2.7	2.1
判定		○	○	○	×	×

表 3 および表 4 によれば、各セル内の垂直方向の下部に形成される電極の無い部位の面積が各セルの投影面積に対して 18 %、40 %、24 %である実施例 1

1～13の電極11～13はOKと判定され、各セル内の垂直方向の下部に形成される電極の無い部位の面積が各セルの投影面積に対して0%である比較例11の電極14および、各セル内の垂直方向の上部に形成される電極の無い部位の面積が各セルの投影面積に対して40%である比較例12の電極15はNGと判定されるため、

(1) 各セル内の垂直方向の下部に形成される電極の無い部位の面積は、各セルの投影面積に対して5～50%であることが好ましい、

(2) 各セル内の垂直方向の下部に形成される電極の無い部位の面積は、各セルの投影面積に対して15～50%であることがさらに好ましい、

と、結論付けることができる。

したがって、上記(1)、(2)を共に満たす電極11～13に対応する実施例11～13により、均一性に優れた表示機能を有する画像表示パネルが得られる。

なお、上述した例では、電極(表示電極、対向電極)を基板(透明基板、対向基板)上に設けるようにしているが、この場合の「基板上に設ける」とは、「電極を基板上に設ける」場合と、「電極を基板とは離して設ける」場合とを含むものとする。

また、上述した実施例では粒子群を例にとって説明したが、この粒子群を粉流体としても全く問題なく、好適に適用することができる。

本発明における「粉流体」は、気体の力も液体の力も借りずに、自ら流動性を示す、流体と粒子の特性を兼ね備えた両者の中間状態の物質である。例えば、液晶は液体と固体の中間的な相と定義され、液体の特徴である流動性と固体の特徴である異方性(光学的性質)を有するものである(平凡社：大百科事典)。一方、粒子の定義は、無視できるほどの大きさであっても有限の質量をもった物体であり、重力の影響を受けるとされている(丸善：物理学事典)。ここで、粒子でも、気固流動層体、液固流動体という特殊状態があり、粒子に底板から気体を流

すと、粒子には気体の速度に対応して上向きの力が作用し、この力が重力とつりあう際に、流体のように容易に流動できる状態になるものを気固流動層体と呼び、同じく、液体により流動化させた状態を液固流動体と呼ぶとされている（平凡社：大百科事典）。このように気固流動層体や液固流動体は、気体や液体の流れを利用した状態である。本発明では、このような気体の力も、液体の力も借りずに、自ら流動性を示す状態の物質を、特異的に作り出せることが判明し、これを粉流体と定義した。

すなわち、本発明における粉流体は、液晶（液体と固体の中間相）の定義と同様に、粒子と液体の両特性を兼ね備えた中間的な状態で、先に述べた粒子の特徴である重力の影響を極めて受け難く、高流動性を示す特異な状態を示す物質である。このような物質はエアロゾル状態、すなわち気体中に固体状もしくは液体状の物質が分散質として比較的安定に浮遊する分散系で得ることができ、本発明の画像表示装置で固体状物質を分散質とするものである。

粉流体を利用した場合、本発明の画像表示装置は、少なくとも一方が透明な、対向する基板間に、気体中に固体粒子が分散質として安定に浮遊するエアロゾル状態で高流動性を示す粉流体を封入するものであり、このような粉流体は、低電圧の印加でクーロン力などにより容易に安定して移動させることができる。

次に粉流体について述べる。

粉流体とは、先に述べたように、気体の力も液体の力も借りずに、自ら流動性を示す、液体と粒子の特性を兼ね備えた両者の中間状態の物質である。この粉流体は、特にエアロゾル状態とすることができ、本発明の画像表示装置では、気体中に固体状の物質が分散質として比較的安定に浮遊する状態で用いられる。

エアロゾル状態の範囲は、粉流体の最大浮遊時の見かけ体積が未浮遊時の2倍以上であることが好ましく、更に好ましくは2.5倍以上、特に好ましくは3倍以上である。上限は特に限定されないが、1.2倍以下であることが好ましい。

粉流体の最大浮遊時の見かけ体積が未浮遊時の2倍より小さいと表示上の制御

が難しくなり、また、1.2倍より大きいと粉流体を装置内に封入する際に舞い過ぎてしまうなどの取扱い上の不便が生じる。なお、最大浮遊時の見かけ体積は次のようにして測定される。すなわち、粉流体が透過して見える密閉容器に粉流体を入れ、容器自体を振動或いは落下させて、最大浮遊状態を作り、その時の見かけ体積を容器の外側から測定する。具体的には、直径（内径）6 cm、高さ10 cmのポリプロピレン製の蓋付き容器（商品名「アイボーイ」：アズワン（株）製）に、未浮遊時の粉流体として1/5の体積相当の粉流体を入れ、振とう機に容器をセットし、6 cmの距離を3往復／secで3時間振とうさせる。振とう停止直後の見かけ体積を最大浮遊時の見かけ体積とする。

また、本発明の画像表示装置は、粉流体の見かけ体積の時間変化が次式を満たすものが好ましい。

$$V_{10}/V_5 > 0.8$$

ここで、 V_5 は最大浮遊時から5分後の見かけ体積（ cm^3 ）、 V_{10} は最大浮遊時から10分後の見かけ体積（ cm^3 ）を示す。なお、本発明の画像表示装置は、粉流体の見かけ体積の時間変化（ V_{10}/V_5 ）が0.85よりも大きいものが更に好ましく、0.9よりも大きいものが特に好ましい。 V_{10}/V_5 が0.8以下の場合は、通常のいわゆる粒子を用いた場合と同様となり、本発明のような高速応答、耐久性の効果が確保できなくなる。

また、粉流体を構成する粒子物質の平均粒子径（ $d(0.5)$ ）は、好ましくは0.1～20 μm 、更に好ましくは0.5～15 μm 、特に好ましくは0.9～8 μm である。0.1 μm より小さいと表示上の制御が難しくなり、20 μm より大きいと、表示はできるものの隠蔽率が下がり装置の薄型化が困難となる。なお、粉流体を構成する粒子物質の平均粒子径（ $d(0.5)$ ）は、次の粒子径分布 Span における $d(0.5)$ と同様である。

粉流体を構成する粒子物質は、下記式に示される粒子径分布 Span が5未満であることが好ましく、更に好ましくは3未満である。

$$\text{粒子径分布 Span} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$$

ここで、 $d(0.5)$ は粉流体を構成する粒子物質の 50% がこれより大きく、50% がこれより小さいという粒子径を μm で表した数値、 $d(0.1)$ はこれ以下の粉流体を構成する粒子物質の比率が 10% である粒子径を μm で表した数値、 $d(0.9)$ はこれ以下の粉流体を構成する粒子物質が 90% である粒子径を μm で表した数値である。粉流体を構成する粒子物質の粒子径分布 Span を 5 以下とすることにより、サイズが揃い、均一な粉流体移動が可能となる。

なお、以上の粒子径分布及び粒子径は、レーザー回折／散乱法などから求めることができる。測定対象となる粉流体にレーザー光を照射すると空間的に回折／散乱光の光強度分布パターンが生じ、この光強度パターンは粒子径と対応関係があることから、粒子径及び粒子径分布が測定できる。この粒子径及び粒子径分布は、体積基準分布から得られる。具体的には、Mastersizer2000 (Malvern Instruments Ltd.) 測定機を用いて、窒素気流中に粉流体を投入し、付属の解析ソフト (Mie 理論を用いた体積基準分布を基本としたソフト) にて、測定を行うことができる。

粉流体の作製は、必要な樹脂、荷電制御剤、着色剤、その他添加剤を混練り粉碎しても、あるいはモノマーから重合しても、あるいは既存の粒子を樹脂、荷電制御剤、着色剤、その他添加剤でコーティングしても、あるいは既存の粉体をそのまま用いても良い。以下、粉流体を構成する樹脂、荷電制御剤、着色剤、その他添加剤を例示する。

樹脂の例としては、ウレタン樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、ウレタン変性アクリル樹脂、シリコーン樹脂、ナイロン樹脂、エポキシ樹脂、スチレン樹脂、ブチラール樹脂、塩化ビニリデン樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、フッ素樹脂などが挙げられ、2 種以上混合することもでき、特に、基板との付着力を制御する上から、アクリルウレタン樹脂、アクリルウレタンシリコーン樹脂、アクリルウレタンフッ素樹脂、ウレタン樹脂、フッ素樹脂が好適である。

荷電制御剤の例としては、正電荷付与の場合には、4級アンモニウム塩系化合物、ニグロシン染料、トリフェニルメタン系化合物、イミダゾール誘導体などが挙げられ、負電荷付与の場合には、含金属アゾ染料、サリチル酸金属錯体、ニトロイミダゾール誘導体などが挙げられる。

着色剤の例としては、塩基性、酸性などの染料が挙げられ、ニグロシン、メチレンブルー、キノリンイエロー、ローズベンガルなどが例示される。

無機系添加剤の例としては、酸化チタン、亜鉛華、硫化亜鉛、酸化アンチモン、炭酸カルシウム、鉛白、タルク、シリカ、ケイ酸カルシウム、アルミナホワイト、カドミウムイエロー、カドミウムレッド、カドミウムオレンジ、チタンイエロー、紺青、群青、コバルトブルー、コバルトグリーン、コバルトバイオレット、酸化鉄、カーボンブラック、銅粉、アルミニウム粉などが挙げられる。

しかしながら、このような材料を工夫無く混練り、コーティングなどを施しても、エアロゾル状態を示す粉流体を作製することはできない。エアロゾル状態を示す粉流体の決まった製法は定かではないが、例示すると次のようになる。

まず、粉流体を構成する粒子物質の表面に、平均粒子径が20～100nm、好ましくは20～80nmの無機微粒子を固着させることが適当である。更に、その無機微粒子がシリコンオイルで処理されていることが適当である。ここで、無機微粒子としては、二酸化珪素（シリカ）、酸化亜鉛、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化セリウム、酸化鉄、酸化銅等が挙げられる。この無機微粒子を固着させる方法が重要であり、例えば、ハイブリダイザー（奈良機械製作所（株）製）やメカノフュージョン（ホソカワミクロン（株）製）などを用いて、ある限定された条件下（例えば処理時間）で、エアロゾル状態を示す粉流体を作製することができる。

ここで繰り返し耐久性を更に向上させるためには、粉流体を構成する樹脂の安定性、特に、吸水率と溶剤不溶率を管理することが効果的である。基板間に封入する粉流体を構成する樹脂の吸水率は、3重量%以下、特に2重量%以下とする

ことが好ましい。なお、吸水率の測定は、ASTM-D570に準じて行い、測定条件は23℃で24時間とする。粉流体を構成する樹脂の溶剤不溶率に関しては、下記関係式で表される粉流体の溶剤不溶率を50%以上、特に70%以上とすることが好ましい。

$$\text{溶剤不溶率 (\%)} = (B/A) \times 100$$

(但し、Aは粉流体を構成する粒子物質の溶剤浸漬前重量を示し、Bは良溶媒中に粉流体を構成する粒子物質を25℃で24時間浸漬した後の重量を示す)

この溶剤不溶率が50%未満では、長期保存時に粒子物質表面にブリードが発生し、粉流体との付着力に影響を及ぼし粉流体の移動の妨げとなり、画像表示耐久性に支障をきたす場合がある。なお、溶剤不溶率を測定する際の溶剤（良溶媒）としては、フッ素樹脂ではメチルエチルケトン等、ポリアミド樹脂ではメタノール等、アクリルウレタン樹脂では、メチルエチルケトン、トルエン等、メラミン樹脂ではアセトン、イソプロパノール等、シリコーン樹脂ではトルエン等が好ましい。

また、粉流体の充填量については、粉流体の占有体積が、対向する基板間の空隙部分の5～70vol%、好ましくは10～65vol%、更に好ましくは10～55vol%になるように調整することが好ましい。粉流体の体積占有率が、5vol%より小さいと鮮明な画像表示が行えなくなり、70vol%より大きいと粉流体が移動しにくくなる。ここで、空間体積とは、対向する基板1、基板2に挟まれる部分から、隔壁4の占有部分、装置シール部分を除いた、いわゆる粉流体を充填可能な体積を指すものとする。

粉流体を構成する粒子物質の表面電荷密度は以下のようにして測定することができる。即ち、ブローオフ法によって、粉流体とキャリア粒子とを十分に接触させ、その飽和帯電量を測定することにより粉流体の単位重量あたりの帯電量を測定できる。そして、この粉流体を構成する粒子物質の粒子径と比重を別途求めることにより、この粉流体の表面電荷密度を算出した。

<ブローオフ測定原理及び方法>

ブローオフ法においては、両端に網を張った円筒容器中に粉流体とキャリアの混合体を入れ、一端から高圧ガスを吹き込んで粉流体とキャリアとを分離し、網の目開きから粉流体のみをブローオフ(吹き飛ばし)する。この時、粉流体が容器外に持ち去った帯電量と等量で逆の帯電量がキャリアに残る。そして、この電荷による電束の全てはファラデーケージで集められ、この分だけコンデンサーは充電される。そこでコンデンサー両端の電位を測定することにより粉流体の電荷量 Q は、

$$Q=CV \quad (C: \text{コンデンサー容量、} V: \text{コンデンサー両端の電圧})$$

として求められる。

ブローオフ粉体帯電量測定装置としては東芝ケミカル社製の TB-200 を用い、キャリアとしてパウダーテック社製の F963-2535 を用い、株式会社島津製作所製比重計、マルチボリウム密度計 H1305 にて測定した粉流体を構成する粒子物質の比重とから、単位面積あたり電荷密度 (単位: $\mu\text{C}/\text{m}^2$) を算出した。

産業上の利用可能性

本発明の画像表示装置によれば、粒子に直接的に静電界を与えて粒子を移動させることができる画像表示素子をマトリックス状に配置して新規な画像表示装置を構成することにより、乾式で応答速度が速く、単純な構造で安価かつ安定性に優れる画像表示装置を提供することができる。

また、本発明の第1発明では、前記2枚の基板に配置された電極の被覆面積が前記各セルの投影面積に対してパターン化されているから、粒子の隔壁部への偏在および各セルの中心部分における粒子抜けが防止されることになり、均一性に優れた表示を行い得る画像表示装置を提供することができる。

さらに、本発明の第2発明では、画像表示板を縦型に据え置き設置するように構成した場合の、各セル内の垂直方向の下部に前記電極の無い部位を形成するようにパターン化されているから、粒子の隔壁部への偏在および各セルの中心部分

における粒子抜けが防止されることになり、均一性に優れた表示を行い得る画像表示装置を提供することができる。

請 求 の 範 囲

1. 少なくとも一方が透明な2枚の基板の間の、隔壁によって設けられた複数のセル内に、色および帯電特性の異なる2種類以上の粒子群を封入し、前記基板の双方に設けた電極から前記粒子群に電界を与えて、前記粒子を移動させて画像を表示する画像表示板を具備した画像表示装置であって、

前記2枚の基板に配置された電極の被覆面積が前記各セルの投影面積に対してパターン化されていることを特徴とする画像表示装置。

2. 前記2枚の基板に配置された電極の少なくとも一方は、各セル内の被覆面積が各セルの投影面積に対して5～99%であることを特徴とする請求項1記載の画像表示装置。

3. 前記2枚の基板に配置された電極の少なくとも一方は、各セル内の被覆面積が各セルの投影面積に対して30～90%であることを特徴とする請求項1記載の画像表示装置。

4. 前記2枚の基板に配置された電極の少なくとも一方と前記隔壁との接触寸法は、前記各セルの内周寸法の50%未満であることを特徴とする請求項2または3記載の画像表示装置。

5. 少なくとも一方が透明な2枚の基板の間の、隔壁によって設けられた複数のセル内に、色および帯電特性の異なる2種類以上の粒子群を封入し、前記基板の双方に設けた電極から前記粒子群に電界を与えて、前記粒子を移動させて画像を表示する画像表示板を具備した画像表示装置であって、

画像表示板を縦型に据え置き設置するように構成した場合の、各セル内の垂直方向の下部に前記電極の無い部位を形成するようにパターン化されていることを特徴とする画像表示装置。

6. 前記各セル内の垂直方向の下部に形成される前記電極の無い部位の面積は、各セルの投影面積に対して5～50%であることを特徴とする請求項5記載の

画像表示装置。

7. 前記各セル内の垂直方向の下部に形成される前記電極の無い部位の面積は、各セルの投影面積に対して15～45%であることを特徴とする請求項5記載の画像表示装置。

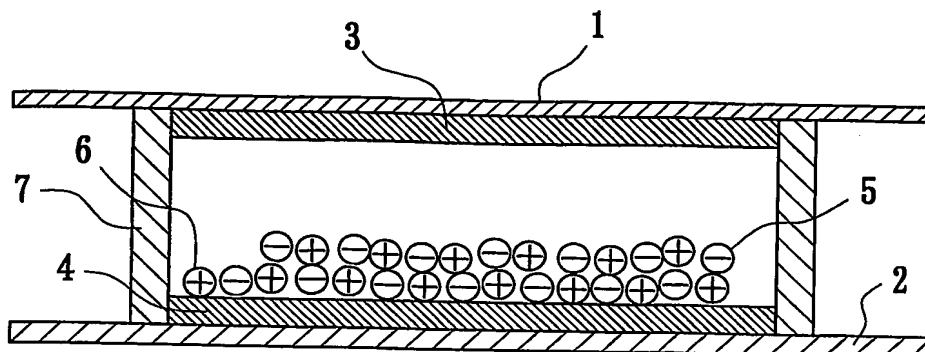
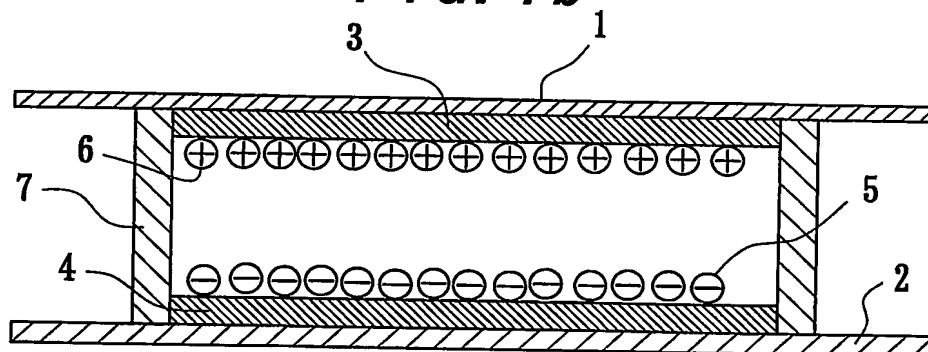
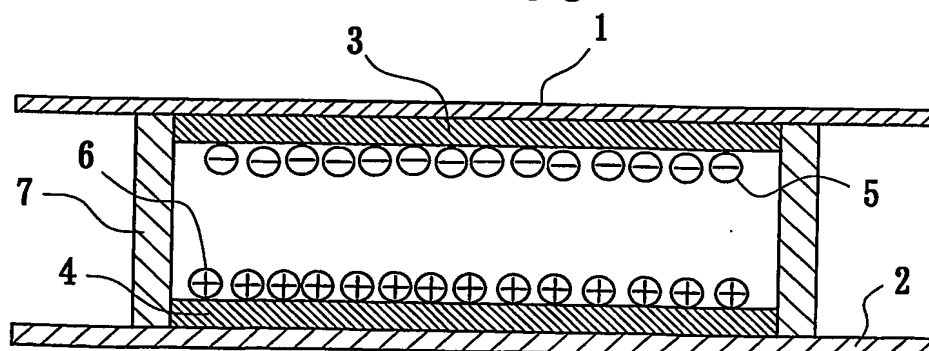
FIG. 1a*FIG. 1b**FIG. 1c*

FIG. 2a

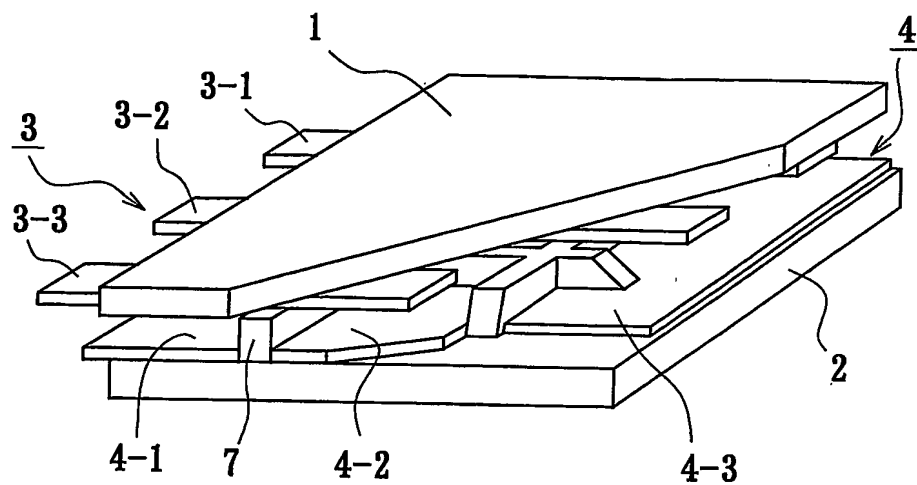


FIG. 2b

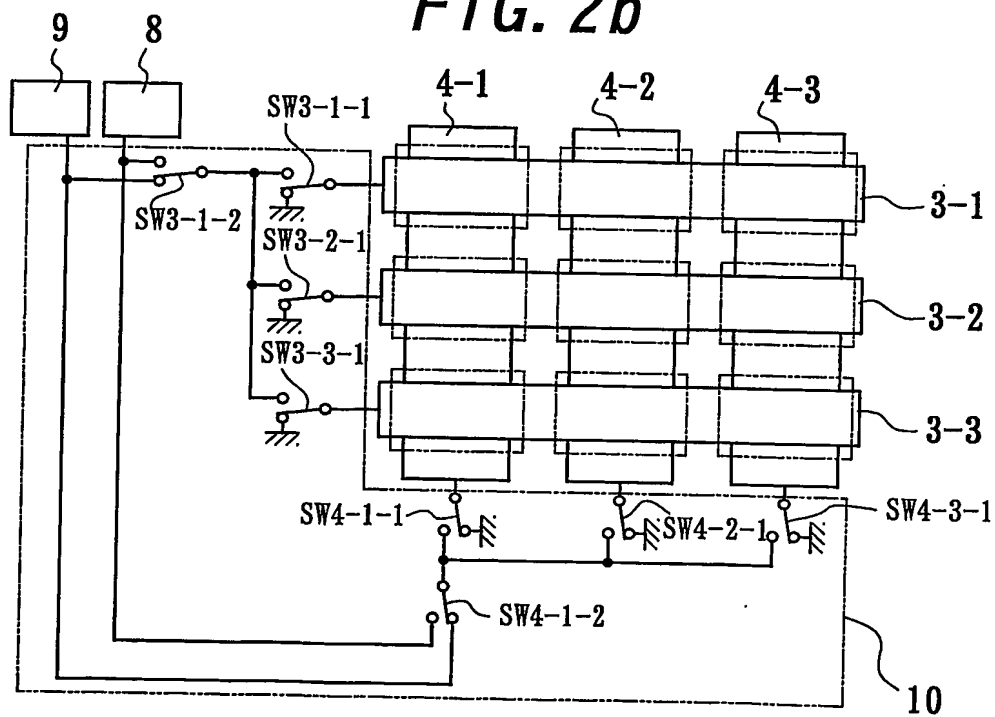


FIG. 3

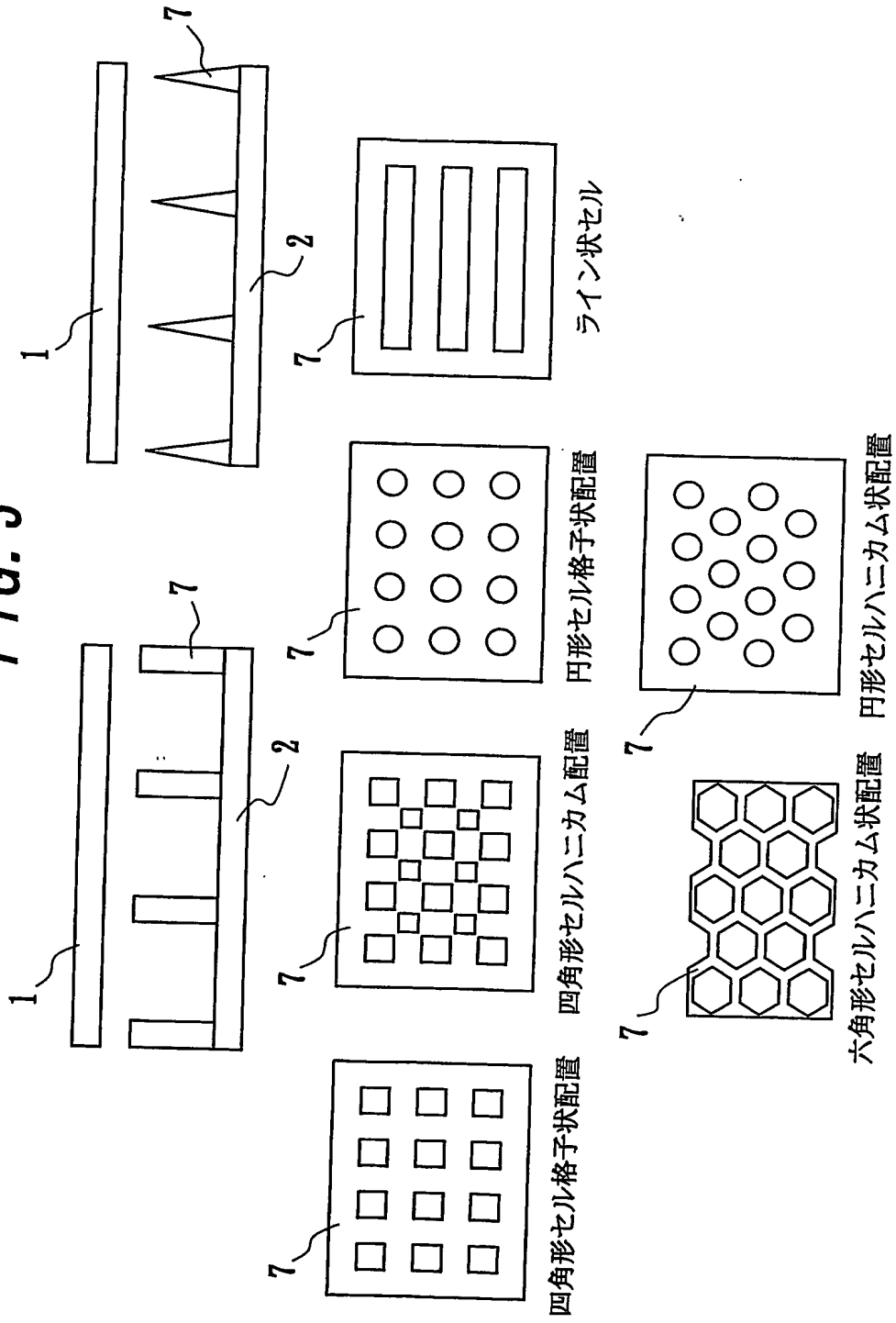


FIG. 4

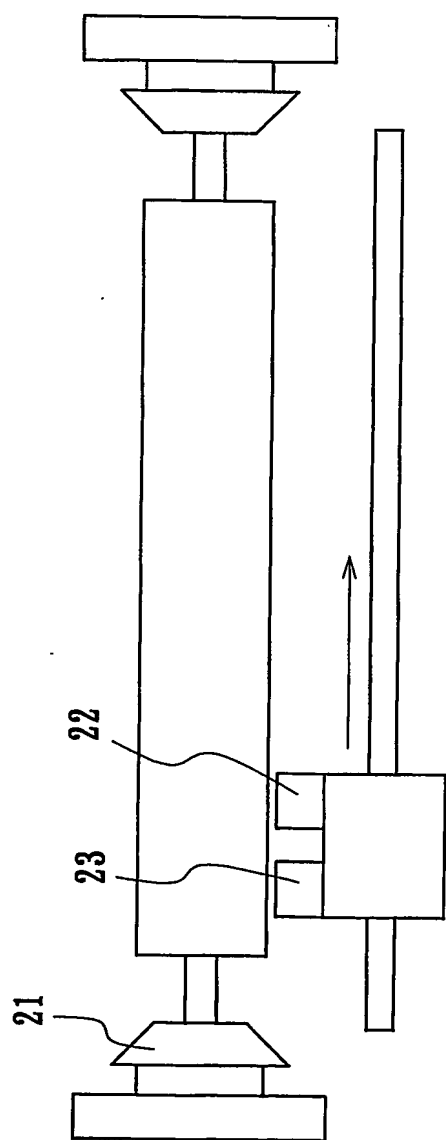


FIG. 5a

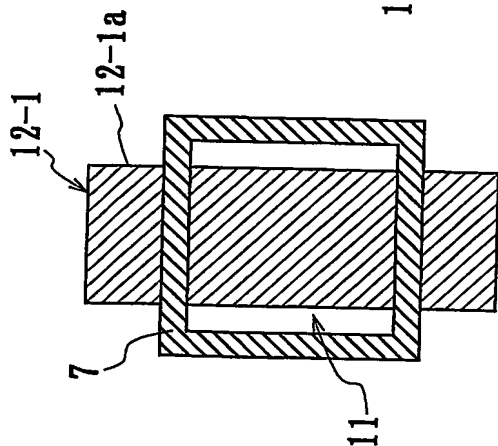


FIG. 5b

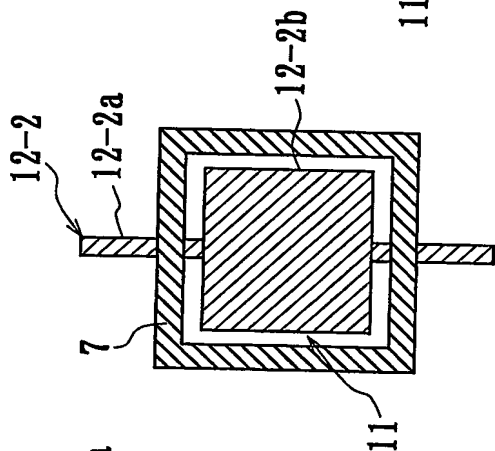


FIG. 5c

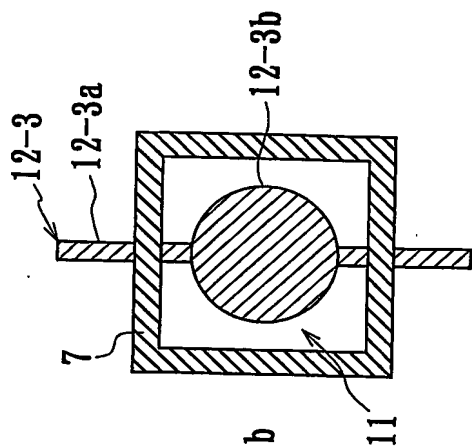


FIG. 6a

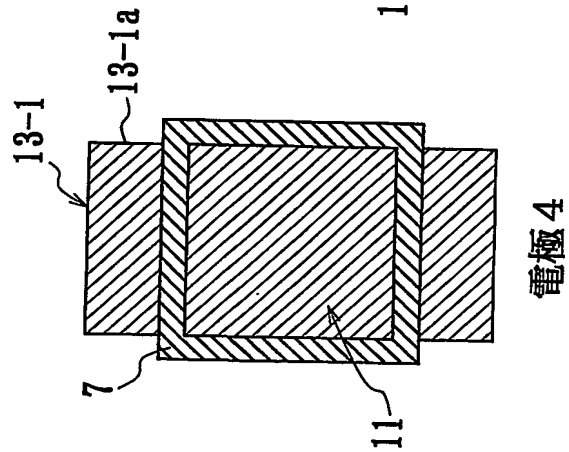


FIG. 6b

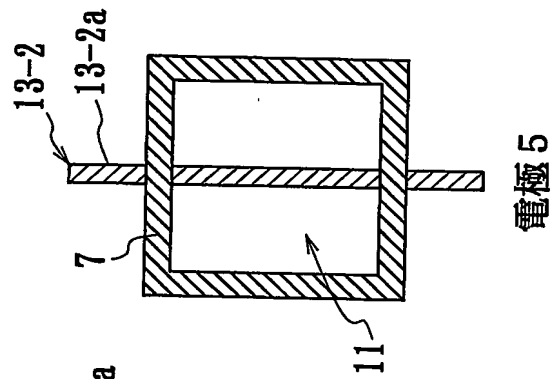
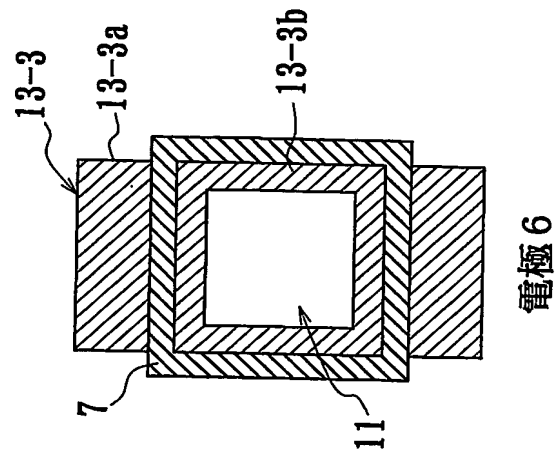


FIG. 6c



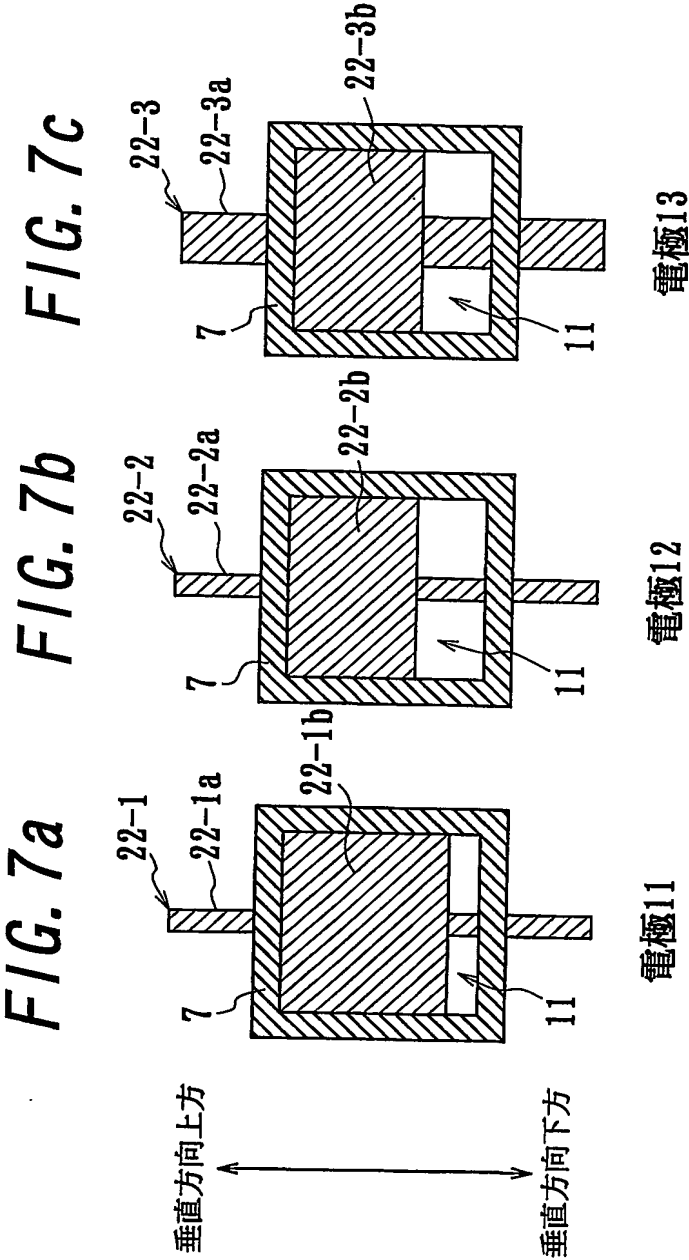


FIG. 8a

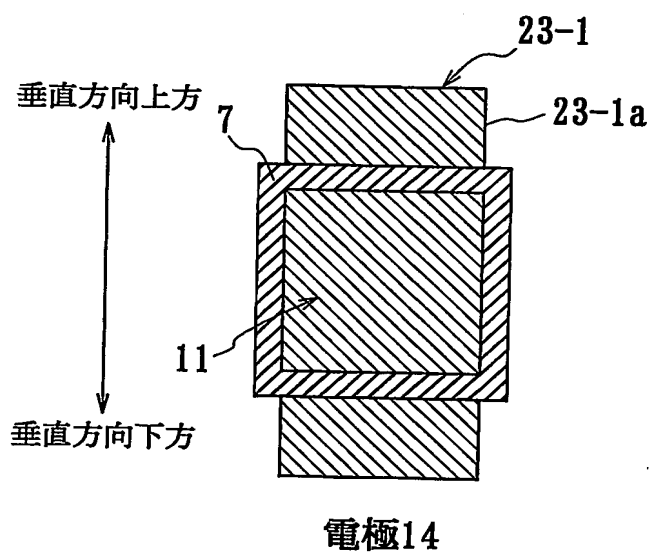
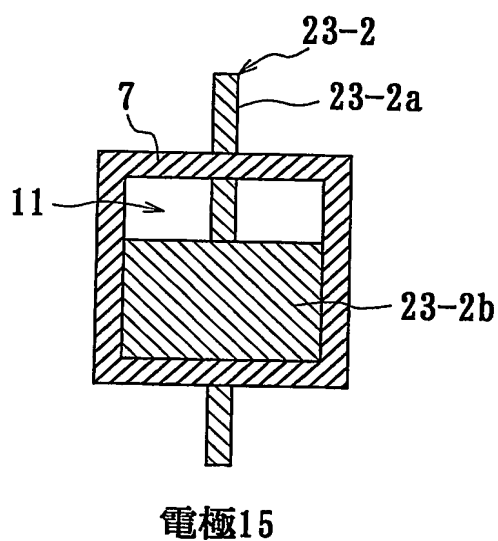


FIG. 8b



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/16359

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G02F1/167

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G02F1/167

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2002-196739 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 12 July, 2002 (12.07.02), Fig. 2 (Family: none)	1-7
X	JP 2002-014376 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 18 January, 2002 (18.01.02), Fig. 2 (Family: none)	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 January, 2004 (14.01.04)

Date of mailing of the international search report
03 February, 2004 (03.02.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/16359

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:

because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:

because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:

because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The international search has revealed that the invention of claim 1 is not novel since it is disclosed in document JP 2002-196739 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 12 July, 2002 (12.07.02), Fig. 2.

Therefore, claims 1-4 and claims 5-7 do not comply with the requirement of unity of invention.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G02F1/167

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G02F1/167

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2002-196739 A (富士ゼロックス株式会社) 2 002.07.12、【図2】 (ファミリーなし)	1-7
X	JP 2002-014376 A (富士ゼロックス株式会社) 2 002.01.18、【図2】 (ファミリーなし)	1-7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14.01.04

国際調査報告の発送日

03.2.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

榎本 英吾

2X

9609

電話番号 03-3581-1101 内線 3293

第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1の発明は、調査の結果JP 2002-196739 A (富士ゼロックス株式会社) 2002.07.12、【図2】に開示されているから、新規でないことが明らかになった。
したがって、請求の範囲 [1-4] と [5-7] は発明の単一性を満たしていないことが明らかである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。